

ENSEÑANZA MATEMÁTICA CON MODELACIÓN Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE ESTUDIANTES DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y CIENCIAS POLÍTICAS

Mónica Soto Márquez, Leonora Díaz Moreno

monicasotom Marquez@gmail.com, leonoradm@gmail.com

Pedagogía en Matemática y Estadística, Universidad Central, Chile

Avance de investigación

Modelación Matemática

Superior

RESUMEN

Este estudio se propone explorar prácticas que ejercen profesionales de la ciencia política y de la administración pública, develando las matemáticas que viven en ellas, para reproducir aspectos en el aula de Matemáticas I y Matemáticas II que coadyuvan a conformar a las matemáticas como herramientas de esas prácticas profesionales. Para ello se seleccionarán prácticas fundamentales para estos profesionales y reproducibles en el aula, luego se caracterizarán esas prácticas desde los procedimientos, las herramientas que utilizan, las intencionalidades que los llevan a hacer lo que hacen y los argumentos que dan sustento a su proceder. A partir de la deconstrucción de esas prácticas y determinando la matemática que en vive ellas se configurarán y validarán diseños de enseñanza, en el marco de la modelación y el pensamiento variacional.

PALABRAS CLAVES: deconstrucción de prácticas, herramientas, intenciones, argumentos

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de carreras de Administración Pública y Ciencia Política en diferentes universidades de Chile inician sus itinerarios en educación superior con carencias medulares, entre ellas, de pensamiento matemático, concurrentes con un sacrificio social sea de discriminación en la inserción postmedia, sea de permanencia en ella.

Se hace necesario intervenir benéficamente para disminuirlo, haciendo asequibles a los ingresantes las matemáticas que viven en prácticas de sus profesiones, mismas que se encuentran a la base del desarrollo científico tecnológico de la modernidad, esto es, cuantificar variaciones en los procesos para predecir y controlar.

Con nuevos modos de enseñar en el ciclo básico se aportará tanto a los aprendizajes significativos de Matemática I y Matemática II favoreciendo la aprobación y retención estudiantil en sus carreras como a sintonizar esas actividades matemáticas con competencias específicas de la profesión.

Se aborda el problema de estudio en el marco de la investigación-acción y según la metodología de diseño y experimentación en contextos naturales de enseñanza (Molina, 2006). Se desarrolla en tres fases.

En la primera de ellas se deconstruyen prácticas fundamentales para estos profesionales y se identifican aspectos a reproducir en el aula, caracterizándose las prácticas desde las dimensiones de procedimientos, herramientas, intenciones y argumentos e identificando la matemática que vive en ellas

En la segunda fase se elaboran, se aplican en cursos de Matemática I y Matemática II y se analizan los resultados de aplicar los diseños de enseñanza, como parte de una práctica de investigación, atendiendo a los lineamientos de una ingeniería didáctica, metodología para la elaboración de conocimientos didácticos científicos.

En la tercera fase se levanta una síntesis abarcadora de conocimiento empírico sobre aspectos que afectan la naturaleza de los aprendizajes de nociones de las matemáticas del cambio involucradas en el ejercicio de prácticas de científicos políticos y administradores públicos. Culmina esta fase editando los diseños validados científicamente para ponerlos a disposición de los docentes de matemáticas de las carreras de ciencia política y de administración pública.

ANTECEDENTES

En los programas de Administración Pública y Ciencias Políticas de la U Central se vienen desarrollando talleres de nivelación a estudiantes de nuevo ingreso, así como talleres de matemáticas para reforzar la enseñanza de los cursos Matemáticas I, MI, y Matemáticas II, MII.

Un número no menor de los estudiantes que optan por las carreras de Administración Pública y Ciencia Política, lo hace desde el supuesto de que se trataría de programas humanistas. Ellos, en su mayoría, ostentan notas deficientes en sus cursos de matemáticas de la enseñanza media.

Por su parte, al realizar entrevistas a administradores públicos en ejercicio, señalan que ocupan solo matemáticas elementales en su desempeño. Y estudiantes ingresantes sugieren: “saquen las matemáticas, nos traen tanto problema”.

Estas evidencias concurren con altas tasas de reprobación (superiores al 50%) presentes en el curso de Matemáticas I (MI) y de deserción (del orden del 35%) en las carreras de Ciencia Política y Administración Pública, planteando una problemática aguda a estudiantes y profesores.

En efecto, la carrera de Ciencia Política presenta altos índices de deserción en el período 2008-2012 y, tan preocupante como estos índices, es su tendencia sostenida al alza desde 2010 al 2012, con valores de 35%, 40,5% y 53,5% respectivamente. Por su parte Administración Pública presenta índices en torno al 20% de deserción, esto es, uno de cada cinco estudiantes viene desertando en el período 2008-2012 (Informe de Deserción, FACIPOL-UCEN, oct. 2013).

Variadas razones manifiestan los estudiantes para justificar su deserción y el motivo económico sería una de las razones principales. De los estudiantes que arguyen causales económicas, el 60 % presenta promedio inferior a la nota cuatro. Por otra parte entre los estudiantes que no informan causales de deserción, el 77.8% ostenta promedios de notas deficientes. Así, no obstante haber participado de los talleres de nivelación como de los talleres de reforzamiento en los primeros cursos de sus programas, los estudiantes no logran entendimientos básicos necesarios para sus carreras.

Además es importante observar que el tramo de mayor deserción se encuentra entre los estudiantes que ingresan con puntajes promedio PSU de entre 450 y 500 puntos.

En suma, se trata de estudiantes que inician sus itinerarios en educación superior con carencias medulares, entre ellas, de pensamiento matemático, concurrentes con un sacrificio social en la

inserción postmedia. Este sacrificio social depende del mayor o menor éxito académico obtenido en la educación media. Situación que viene siendo atendida por la política de bonificar a los mejores egresados de establecimientos de enseñanza, media para su inserción en el tercer ciclo de estudios (Gil, 2013). Siguen las variables de dependencia administrativa de la escuela de la cual egresa el estudiante, educación del padre y la madre y el sexo del estudiante, nivel socioeconómico del padre y la madre, siendo por ende, la dimensión sociocultural la que tiene mayor peso en el sacrificio social, entendido este último como costo social de la discriminación en el acceso o permanencia en el sistema educativo y que depende de factores individuales y de características de los actores, en razón de su ubicación en un sistema de estratificación social o de pertenencia a algún sistema jerárquico de roles y status (Jiménez, 1999).

Una intervención benéfica que ayude a la retención de los ingresantes de UCEN, debe tomar en cuenta estas dimensiones de orden estructural. Y, en este marco, la intervención requiere de diseños de enseñanza de nueva generación, complejos y sistémicos, con particular atención a la disposición e interrelación de sus partes componentes, mismas que le dan su peculiar forma y propiedades agregadas. Estos componentes se pueden corresponder con instrumentos muy usuales a las prácticas docentes... que corresponden a configuraciones que podríamos objetivar ya sea de retroactivas, de sistémicas y/o de complejas (Díaz, Labarrere y Quintanilla, 2012, p. 96).

Matemáticas de la variación

Cuantificar cambios y cambios de cambios resulta crucial en las prácticas de profesionales de las áreas de la administración y la ciencia política. Estos profesionales deben anticipar y predecir estados futuros de políticas de gobierno o de producción, de ganancias y pérdidas, entre otras prácticas recurrentes de sus áreas.

Observamos que la noción de predicción se construye socialmente, a partir de las experiencias cotidianas de los individuos. En ciertas situaciones necesitamos conocer el valor que tomará una magnitud con el paso del tiempo. Se requiere determinar entonces el valor que tomará la variable dependiente antes de que variable independiente pase del estado uno al estado dos. Pero a causa de nuestra imposibilidad de adelantar el tiempo a voluntad debemos predecir. En tal caso, no disponemos de razones para creer que el verdadero valor buscado esté distante de las expectativas que nos generan los valores en un inicio, de la forma en que ellos cambian y cambian sus cambios, y así sucesivamente.

Entidades matemáticas para cuantificar cambios y cambios de cambios

El binomio de Newton se presenta como una entidad que emerge progresivamente del sistema de prácticas socialmente compartidas ligadas a la resolución de una clase de situaciones que requieren de la predicción, de donde transita hasta llegar a tomar la forma abstracta del concepto de función analítica. El binomio de Newton se escribe por vez primera como $P+PQ$ y no como $a+b$. Ello obedece a una concepción alternativa que se apoya en una epistemología que difiere de la que hoy enseñamos en clase. Atiende a un programa en el desarrollo de la ciencia con el que se busca predecir el comportamiento de los fenómenos de cambio. Un programa de matematización de los fenómenos modelables mediante la metáfora del flujo de agua, aplicada por igual a la evolución de otras magnitudes. Esta doble apariencia no es una forma de escribir de dos maneras una misma idea matemática, sino que es la expresión de epistemologías radicalmente distintas que dotan al binomio de Newton de significaciones diversas: una forma

conlleva un uso que favorece la formación en el pensamiento variacional en tanto que la otra no (Cantoral y Farfán, 2000).

En revisiones de los programas de estudio de matemática a la base de la formación profesional, aparece de modo invariable uno o más programas de cursos de Matemáticas Superiores (en el caso que nos ocupa, MI y MII) en los que se propone estudiar las herramientas de la derivación e integración, fundamentales para cuantificar variaciones y modos de variar, presentadas a través de las nociones de límite y de función, acompañadas de sus figuraciones geométricas, la recta tangente a una curva y el área bajo una curva. Este enfoque ha generado una “cultura”, en el profesorado y el estudiantado, quienes aprenden a “decir” lo que es la derivada e integral y representarlas geométricamente, sin tener una explicación clara de por qué es así (Díaz, 1996; Cordero, 1994). Difícilmente alcanzan a mirirlas como herramientas que les permitan estudiar fenómenos de variación continua, sólo las conciben como algoritmos eficientes, a los cuales hay que buscarles aplicación: estudiantes de cuarto año de ingeniería ante un problema de diseño industrial todavía preguntan al docente “profesor ¿cuál es la ecuación diferencial o integral que hay que resolver?” Este enfoque didáctico toma a las entidades matemáticas como objetos ya hechos, sin considerar que estas tienen que ser constituidas por cada sujeto en el marco de unas prácticas que las instituyan como herramientas funcionales para tratar con distintas clases de situaciones (Cordero, ob. cit.).

Desafíos a la formación profesional

Desde que en 1990 la CEPAL sometiera a la consideración de los gobiernos de la región su propuesta de Transformación Productiva con Equidad (CEPAL-UNESCO, 1992) la transformación educacional aparece como un aspecto fundamental, ligado al protagonismo que se asigna al conocimiento en el nuevo paradigma productivo, y se relaciona con la generación de una institucionalidad del conocimiento abierta a los requerimientos de la sociedad con una gestión institucional responsable. Sus orientaciones plantearon desafíos formativos específicos relacionados con la adaptación a la proyectización del trabajo, a la toma de decisiones y autonomía en el quehacer de los profesionales, a la adaptación de insumos y procesos científico-tecnológicos diferenciados para ofertar satisfactores comparables entre grupos diversos socioculturalmente, al manejo de los aportes y limitaciones de los sistemas informáticos, al trato con el conocimiento que excede la información, e implica contraste, contextualización y sentido, por ende a los aprendizajes que manifiesten manejo de símbolos, adjudicación de significados y dotación de sentidos. Son nuevas exigencias a perfiles laborales que deben atender a la transformación de la actividad profesional de una sociedad científico-tecnológica caracterizada por el cambio autoacelerado (Díaz, 2003). A 20 y más años, tales exigencias siguen vigentes.

Como señaláramos antes y a partir de los resultados correspondientes a tres niveles de análisis, Jiménez (1999) concluye que el sacrificio social en la inserción educacional post – media en Chile, se encuentra determinado en gran medida por la dimensión sociocultural en las variables de éxito académico obtenido en la educación media, dependencia administrativa de la escuela de la cual egresa el alumno, educación del padre y la madre y el sexo del estudiante, nivel socioeconómico del padre y la madre. Los estudiantes que ingresan a las carreras de Ciencia Política y Administración Pública presentan desafíos mayores, en variables del sacrificio social con las que las universidades deben sintonizar.

Separación de las matemáticas de la formación profesional y las matemáticas de la profesión

Se cuenta con evidencia de una gran distancia entre las matemáticas de la formación y las matemáticas de la profesión. Soto y Díaz (2013) preguntan a profesionales de las ramas de economía y administración que se desempeñan ya sea en banco, en empresa particular o en cargo público, su recurso a las matemáticas en sus labores profesionales. Estos nominan sus tareas diarias como administrativas no viendo, de inicio, las matemáticas que usan. No obstante al confrontarles con un listado de las matemáticas de la formación profesional, señalan herramientas matemáticas que están lejos de ser básicas. En efecto, indican por ejemplo: el uso del interés compuesto para la fijación de precios de productos bancarios, el uso del análisis marginal para determinar el costo optimo o análisis de costo beneficio, esto ocurre porque el profesional se enfrenta de distintas forma a estas herramientas, en muchas ocasiones sólo usando tablas lo que les lleva a pensar que se trata de matemática básica. Un examen detenido revela que esas prácticas que relatan se relacionan con matemáticas estudiadas en el primer año. Hasta hoy día la enseñanza pone la responsabilidad de establecer relaciones de la matemática con prácticas de la profesión en manos de los estudiantes por lo que en su trabajo posterior como profesional tampoco asocia sus tareas con la matemática estudiada.

Arrieta y Díaz (2013) reportan que un 96% de 238 Ingenieros en Sistemas Computacionales en servicio (en una localidad de México) responden que no ocupan en su vida profesional ecuaciones diferenciales, con un 4% restante que no contesta. Para los autores ello se debe a que lo que se hace en el aula de ecuaciones diferenciales no aporta sentido al trabajo profesional de ingenieros en ejercicio.

De un modo análogo Galicia (2013) muestra que ingenieros en su contexto laboral no reconocen a las matemáticas que recurren, en tanto que los estudiantes de ingeniería las reconocen y usan, pero a medida que avanzan en su formación, privilegian el uso de algoritmos por sobre su uso reflexivo. La autora entrevista a doce ingenieros bioquímicos que se desempeñan en la industria y los servicios. Once manifestaron que solo usan operaciones aritméticas elementales en su actividad profesional. Uno de ellos afirmó: “nunca supe para qué cursamos cinco asignaturas de matemática si no las necesitamos en el trabajo” (op.cit., p. 99). Tampoco manifestaron insatisfacción con los métodos de enseñanza de matemáticas. Asimismo los estudiantes no relacionaron las actividades de la clase de matemáticas con las actividades de laboratorio de su carrera. También señalaron que “solo porque es ingeniería, necesitamos cursarlas” (op. cit., p.99).

La problemática que ilustran las evidencias anteriores se deriva de la separación de la enseñanza de las matemáticas con las prácticas de diferentes comunidades de profesionales. Marquina, Arrieta y Díaz (2013) señalan que esta distancia da lugar a fenómenos didácticos como por ejemplo la búsqueda permanente de los estudiantes de la intencionalidad de lo que se aborda en el aula de matemáticas. Los autores plantean que para unir ambas esferas, existen prácticas que pueden servir de puente, entre ellas, la de modelación.

En el campo de la matemática, la modelación ha sido utilizada como un proceso dinámico que ayuda a entender los fenómenos tanto de la naturaleza (modelos de la física, la química o la biología) como de la ciencia política y de la administración, entre otros (Soto y Diaz, 2013). La modelación tiene vínculos con el estudio de situaciones o fenómenos que viven fuera de las entidades formadoras.

Visiones acerca de la modelación en Educación Matemática

Geiger (2012) afirma que si bien la concepción más usual de la modelación como una representación de lo real, ha demostrado ser una forma eficaz para describir la naturaleza de la

modelación matemática en un nivel macro, su utilidad como un dispositivo descriptivo e interpretativo se hace cada vez más limitada en tanto la actividad que se estudia se vuelve más compleja, tal como ocurre al incorporar múltiples herramientas y recursos digitales. Por otra parte, la producción a nivel de investigación en modelación en nuestra área de la Educación Matemática es amplia (Blomhøj, 2008).

Por ejemplo Biembengut (2011) reporta que en Brasil, entre los años 1979 y 2008, pudo identificar 812 trabajos publicados en anales de congresos (tanto resúmenes como trabajos en extenso) cuyos propósitos y motivaciones se han venido desplazando, desde sus orígenes en el terreno de la aplicación de la matemática al terreno de la didáctica, planteando a la modelación como herramienta al servicio de objetivos pedagógicos. Biembengut (op. cit., 2011) analiza 64 producciones de modelación matemática en la enseñanza media, referidas a prácticas de aula y ensayos teóricos, con base en cuatro principios, a saber, motivación, actividades, contenidos y, referencias y consideraciones. Desde este análisis distingue tres concepciones de modelación matemática: como método de enseñanza y de investigación, como alternativa pedagógica de la matemática y como ambiente de aprendizaje. Así la modelación se plantea como un recurso para la enseñanza y los aprendizajes de las matemáticas en el nivel educativo medio.

Blomhøj (2008) clasifica las 15 ponencias presentadas en el Grupo de Trabajo 21 de ICME 11, en las seis aproximaciones que distinguen Kaiser y Sriraman (2006) a saber: a) Realista, que recurre al ciclo de modelación para analizar prácticas o problemas de la vida real; b) Contextual, que pone el foco en estimular actividades de modelación; c) Enseñanza aprendizaje matemático, centrada en el diseño y análisis de tareas de modelación con respecto a intencionalidades particulares para el aprendizaje estudiantil; d) Epistemológica, que refiere al modelo realístico de la matemática y a la aproximación de la teoría antropológica de lo didáctico; e) Cognitiva, que usa la estructura de los procesos de modelación para identificar las habilidades cognitivas necesarias para modelar una situación; y f) Socio-crítica, cuyo eje lo constituye la potencia formadora de la modelación para la reflexión, la crítica y el empoderamiento de los estudiantes.

En nuestro país, señalan Aravena y Caamaño (2009) habría una desatención al trabajo de modelos y aplicaciones en todos los niveles de enseñanza. Aravena, Caamaño y Giménez (2008) abordan esta problemática entendiendo a la modelación como una alternativa pedagógica (que denominan modelaje) que se constituye en una herramienta potente, para formar el pensamiento globalizado y expresar ideas, como lenguaje de comunicación, creadora de modelos. Consideran que mediante la modelación se desarrollan ciertas capacidades “cognitivas, metacognitivas y de formación transversal, así como un desempeño eficiente en el uso de conceptos y procesos matemáticos”. Desde esta postura, modelar es representar matemáticamente con una función a una situación o fenómeno.

METODOLOGÍA

Se aborda el problema de estudio en el marco de la investigación-acción y según la metodología de diseño y experimentación en contextos naturales de enseñanza (Molina, 2006). Se consideran un curso de Matemática I y un curso de Matemática II dirigidos a estudiantes de las carreras de Ciencia Política y de Administración Pública de UCEN, que se dicten en el año lectivo de 2014 y a cargo de una de las investigadoras del equipo.

La metodología de diseño y experimentación se desarrolla en el campo de las Ciencias del Aprendizaje. Campo que, centrado en el estudio de los aprendizajes, comprende asimismo a las temáticas de la enseñanza, la antropología, la psicología educativa, la sociología, la neurociencia

además de las didácticas específicas, entre otros (Confrey, 2006; Sawyer, 2006, citado en Molina, 2006, p. 261). Confrey define estos estudios como un tipo de investigación cuyo objetivo es producir teoría que ayude a guiar la práctica educativa en el aula y a identificar prácticas de enseñanza para los aprendizajes eficaces, en orden a ir transformando las condiciones de la enseñanza para incrementar la probabilidad de ciertos resultados o sucesos benéficos (op. cit., p. 263). Esta investigación de diseño busca entender los procesos de enseñanza para los aprendizajes cuando el investigador cumple el rol activo de un educador, abordando de manera simultánea e iterativa los procesos científicos de descubrimiento, exploración, confirmación y disseminación (Kelly, 2003, citado en Molina, 2006, p.264).

Este tipo de investigaciones procuran caracterizar la situación en toda su complejidad, la cual se conoce a priori de un modo parcial (Díaz, Labarrere y Quintanilla, 2012). Asumen la complejidad y restricciones de los ambientes de enseñanza. Cobran importancia una amplia gama de valoraciones de los resultados para capturar la complejidad de los procesos de aprendizaje que toman lugar en el aula así como para reportar los aprendizajes estudiantiles.

Dada la diversidad de variables involucradas se observan con parsimonia los diferentes elementos y sus configuraciones. Se llevan a cabo en contextos naturales en los que habitualmente se produce algún tipo de aprendizaje comprendiendo variados tipos de situaciones. Involucran diferentes participantes en el diseño por lo que utilizan diferentes experiencias en la producción y análisis de éste, estando la persona que actúa como docente siempre implicada en el proceso de investigación, en este estudio es una de las investigadoras del equipo.

En el proceso de experimentación se desarrollan teorías locales, en tanto que son específicas a un dominio de aprendizaje y porque son explicativas de la actividad del diseño. No obstante que estos estudios proveen teorías de aprendizaje de un alcance teórico intermedio, son esenciales para la mejora de la educación entendida como un proceso generativo a largo plazo.

Estos estudios se caracterizan por un refinamiento progresivo ya que el diseño se revisa a partir de la experiencia a la manera de ciclos de investigación-acción que iniciara (Lewin, 1946).

Por último, el análisis y resultados de los estudios de diseño comportan el examen de múltiples aspectos del diseño así como el desarrollo de una descripción que caracterice el diseño en la práctica, a partir del análisis retrospectivo del proceso de investigación (Barb y Squire, 2004, Collins et al., 2004, Cobb et al., 2003, citados en Molina, 2006, pp. 266-267).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo, L., Devia, E. y Quiroga, M. (2010) Praxeología de la función cuadrática en dos unidades educativas. Seminario para optar al título de Profesor de Matemáticas. UV. Valparaíso.
- Arrieta, J. (2003). La modelación como proceso de matematización en el aula. Tesis doctoral no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN. México
- Arrieta y Díaz (2013) Arrieta, J. y Díaz, L. (2013). Una Mirada Socioepistemológica de la Modelación. Artículo en evaluación en publicación de corriente principal.
- Artigue, (1995) La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, P. (Eds.) Ingeniería didáctica en educación matemática. México: Grupo Editorial Iberoamericano. 97
- Biembengut, M. (2011). Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. En Acta Electrónica de la XIII Conferenciad Interamericana de Educación

6. Modelación y Aplicaciones y Matemática en Contexto

Matemática. Recuperado el 10 de marzo de 2013 de http://cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/2875/1149

- Blomhoj. (2004). Modelización matemática una teoría para la práctica (Traducción María Mina) International perspective on learning and teaching Mathematics, National center Mathematic for Education Suecia p 145-159
- Cantoral, R. (1999): «Approccio socioepistemologico alla ricerca in Matematica Educativa: un programma emergente» en La matemática el la sua didattica. pp. 258 – 270.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. 6 (1), pp. 27-40.
- DEMRE (2010) Análisis de respuestas a reactivos de matemáticas. Tomado el 080310 de www.demre.cl
- Díaz, L. (marzo, 1999): Concepciones en el aprendizaje del concepto de límite: Un estudio de casos. Tesis Doctoral en Ciencias de la Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Díaz, L. (2003). Las representaciones sobre la variación y su impacto en los aprendizajes de conceptos Matemáticos. Proyecto Fondecyt 2003-2005. Santiago de Chile.
- Díaz, L., Labarrere, A y Quintanilla, M. (2012) Promoviendo sujetos competentes ante la ciencia y sus problemas. Análisis de microdiseños docentes de evaluación. En Las Competencias de pensamiento Científico desde las "voces" del aula, ISBN: 978-956-332-719-9, Santiago de Chile, pp. 83-100.
- Facultad de Administración Publica y Ciencia Política, Dirección de Análisis Institucional (Octubre 2013), Informe deserción *primer año cohorte 2012*
- Galicia, A. (2013) Desplazamiento de prácticas de dilución y su relación con comunidades de ingenieros bioquímicos. Tesis doctoral no publicada. Departamento de matemática Educativa Universidad Autonoma de Guerrero.
- Gil, F. (Abril, 2013): Acceso, inclusión y permanencia a la educación superior Políticas de Inclusión, PUC, USACH UNESCO y Vicaria para la Educación
- Jiménez, A. (1999) Inserción educacional postsecundaria: inequidades y sacrificio social Tesis Doctoral en Ciencias de la Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
- Molina, (2006) Desarrollo del pensamiento racional y comprensión del signo igual por alumnos de tercero de educación primaria. Tesis doctoral (no publicada). Departamento de Didáctica de la Matemática. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. España: pp. 261-292.
- Pérez, G. (2010) Un sistema de evaluación en competencias de pensamiento proporcional para una secuencia de enseñanza. Tesis de Magíster en Educación mención Evaluación. UMCE. Chile.